

PCT/KR 03/01395  
522561

ROKR 14.07.2003

18 JAN 2005

RECD 15 AUG 2003  
WIPO PCT



별첨 사본은 아래 출원의 원본과 동일함을 증명함.

This is to certify that the following application annexed hereto  
is a true copy from the records of the Korean Intellectual  
Property Office.

출 원 번 호 : 10-2003-0006579

Application Number


출 원 년 월 일 : 2003년 02월 03일

Date of Application FEB 03, 2003

출 원 인 : 미션텔레콤 주식회사 외 1명  
Applicant(s) Mission Telecom Corp., et al.



2003 년 07 월 14 일



특 허 청

COMMISSIONER

PRIORITY  
DOCUMENT

SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

BEST AVAILABLE COPY

## 【서지사항】

【서류명】	특허출원서
【권리구분】	특허
【수신처】	특허청장
【참조번호】	0001
【제출일자】	2003.02.03
【국제특허분류】	H01H 3/00
【발명의 명칭】	에스엠에이 커넥터
【발명의 영문명칭】	An SMA connector
【출원인】	
【명칭】	미션텔레콤 주식회사
【출원인코드】	1-2000-015266-3
【출원인】	
【명칭】	학교법인 광운학원
【출원인코드】	2-2000-040253-4
【대리인】	
【성명】	김성수
【대리인코드】	9-1998-000145-3
【포괄위임등록번호】	2000-025011-3
【포괄위임등록번호】	2002-092455-1
【발명자】	
【성명의 국문표기】	이종철
【성명의 영문표기】	LEE, Jong-Chul
【주민등록번호】	600910-1017528
【우편번호】	480-070
【주소】	경기도 의정부시 신곡동 722-1 동신아파트 203동 1702호
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	이재선
【성명의 영문표기】	LEE, Jae-Sun
【주민등록번호】	750306-1069522

【우편번호】 139-701  
【주소】 서울특별시 노원구 월계1동 광운대학교 비마관 522  
【국적】 KR  
【발명자】  
【성명의 국문표기】 김기병  
【성명의 영문표기】 KIM,Ki-Byoung  
【주민등록번호】 750722-1476816  
【우편번호】 330-160  
【주소】 충청남도 천안시 신부동 대림한숲아파트 303동 1106호  
【국적】 KR  
【발명자】  
【성명의 국문표기】 윤태순  
【성명의 영문표기】 YUN,Tae-Soon  
【주민등록번호】 740116-1328140  
【우편번호】 139-701  
【주소】 서울특별시 노원구 월계1동 광운대학교 비마관 522  
【국적】 KR  
【발명자】  
【성명의 국문표기】 이상근  
【성명의 영문표기】 LEE,Sang-Sun  
【주민등록번호】 760305-1224216  
【우편번호】 139-701  
【주소】 서울특별시 노원구 월계1동 광운대학교 비마관 522  
【국적】 KR  
【발명자】  
【성명의 국문표기】 김남영  
【성명의 영문표기】 KIM,Nam-Young  
【주민등록번호】 601114-1024911  
【우편번호】 139-050  
【주소】 서울특별시 노원구 월계동 929 현대아파트 105동 501호  
【국적】 KR

**【발명자】**

【성명의 국문표기】 김종현  
【성명의 영문표기】 KIM, Jong-Heon  
【주민등록번호】 611213-1051523  
【우편번호】 140-120  
【주소】 서울특별시 용산구 효창동 3-28 301호  
【국적】 KR

**【발명자】**

【성명의 국문표기】 이병재  
【성명의 영문표기】 LEE, Byung-Je  
【주민등록번호】 640420-1829612  
【우편번호】 139-200  
【주소】 서울특별시 노원구 상계동 1272 수락현대아파트 102동 1112호  
【국적】 KR

**【발명자】**

【성명의 국문표기】 윤법상  
【성명의 영문표기】 YUN, Bub-Sang  
【주민등록번호】 740826-1063117  
【우편번호】 158-809  
【주소】 서울특별시 양천구 목2동 546  
【국적】 KR

**【발명자】**

【성명의 국문표기】 나극환  
【성명의 영문표기】 RA, Kuk-Hwan  
【주민등록번호】 501013-1047111  
【우편번호】 137-040  
【주소】 서울특별시 서초구 반포동 776 반포아파트 60동 504호  
【국적】 KR

**【발명자】**

【성명의 국문표기】 이연주  
【성명의 영문표기】 LEE, Youn-Joo  
【주민등록번호】 751110-1253816

【우편번호】	402-843
【주소】	인천광역시 남구 주안4동 449번지 17호 37동 4반
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	홍순원
【성명의 영문표기】	HONG,Sun-Won
【주민등록번호】	750328-1001313
【우편번호】	110-844
【주소】	서울특별시 종로구 충신동 1-87번지 (11/6)
【국적】	KR
【우선권주장】	
【출원국명】	KR
【출원종류】	특허
【출원번호】	10-2002-0041260
【출원일자】	2002.07.15
【증명서류】	첨부
【우선권주장】	
【출원국명】	KR
【출원종류】	특허
【출원번호】	10-2002-0041286
【출원일자】	2002.07.15
【증명서류】	첨부
【심사청구】	청구
【취지】	특허법 제42조의 규정에 의한 출원, 특허법 제60조의 규정에 의한 출원심사를 청구합니다. 대리인 김성수 (인)
【수수료】	
【기본출원료】	20 면 29,000 원
【가산출원료】	19 면 19,000 원
【우선권주장료】	2 건 43,000 원
【심사청구료】	44 항 1,517,000 원
【합계】	1,608,000 원
【감면사유】	학교
【감면후 수수료】	825,500 원

## 【첨부서류】

1. 우선권증명서류 및 동 번역문[특허출원명세서 1020020041260]\_1통( 이하에 명기한 제출서류에 첨부된 것을 원용) [서류명]특허출원명세서 [출원번호]10-2002-0041260 2. 우선권증명서류 및 동 번역문[특허출원명세서 1020020041286]\_1통( 이하에 명기한 제출서류에 첨부된 것을 원용) [서류명]특허출언명세서 [출원번호]10-2002-0041286 3. 소기업임을 증명하는 서류[미션텔레콤주식회사, 감면적용은 학교법인 광운학원의 50%로 적용함]\_1통

### 【요약서】

#### 【요약】

본 발명은 SMA 커넥터에 대하여 개시하며, 본 발명에 따른 SMA 커넥터의 일 시시예는, 접지 역할을 하는 몸체부, 상기 몸체부 안쪽에 위치하는 중심 도체부, 상기 몸체부와 중심 도체부 사이에 위치하는 소정의 유전율을 갖는 절연체, 상기 몸체부에 형성되는 제 1 스텝 천이부, 상기 중심 도체부와 상기 절연체를 고정시키고 RF 특성을 개선하기 위해 상기 중심 도체부에 형성되는 테이퍼, 및상기 제 1 스텝 천이부에 대응하여 중심 도체에 형성되어 RF 특성을 개선하는 제 2 스텝 천이부를 포함하여 이루어지는 것이 특징이다.

본 발명의 다른 실시예에서는 상기 천이부들이 다단으로 형성되어 있고, 슬롯이 형성된 것과, 중심 도체에 슬릿을 삽입한 것과, 중심 도체와 몸체부에 형성된 천이부들 사이에 공기층을 형성한 것들도 있다.

본 발명에 따라 RF 특성이 향상되고, 생산이 간편하고 생산 단가가 낮아지는 효과가 있다. 그리고 본 발명의 커넥터에서는 천이부의 특성 임피던스가  $50\Omega$ 인 것과, 커넥터의 특성 임피던스, 삽입손실 및 전압정재파비는 소정값으로 설정된 cutoff 주파수에서 최적화되는 것이 특징이다.

또한 본 발명의 절연체로는 테프론을 사용하고, 상기 몸체부와 중심 도체는 금으로 도금 처리되는 것이 특징이다.

#### 【대표도】

도 3

102 06579

0 출력 일자: 2003/8/5

【색인어】

SMA type 커넥터, step, slot, RF 특성, 공기층, K-band(18 GHz ~ 26.5 GHz), 삽입된 슬릿  
(Inserted Slit), Ku-band(12.5 GHz ~ 18 GHz), 정재파비.

## 【명세서】

### 【발명의 명칭】

에스엠에이 커넥터{An SMA connector}

### 【도면의 간단한 설명】

도 1은 종래의 일반적인 저주파용 JACK 타입 커넥터의 단면도이다.

도 2는 종래의 일반적인 고주파용 커넥터의 단면도이다.

도 3은 본 발명에 따른 초고주파용 SMA 타입 커넥터의 바람직한 일 실시예이다.

도 4는 본 발명에 따른 중심도체에 step을 이용한 초고주파용 SMA 타입 커넥터의 바람직한 일 실시예의 단면도이다.

도 5는 도 4의 커넥터의 삽입 손실 및 반사 손실의 그래프.

도 6은 본 발명에 따른 중심도체에 slot 과 step을 이용한 초고주파용 SMA 타입 커넥터의 바람직한 일 실시예의 단면도이다.

도 7은 도 6의 커넥터의 삽입 손실 및 반사 손실의 그래프.

도 8은 본 발명에 따른 도체에 슬릿(slit)이 삽입된 SMA 커넥터의 바람직한 일 실시예의 단면도이다.

도 9는 도 8의 커넥터의 삽입 손실 및 반사 손실의 그래프.

도 10은 도 8의 커넥터의 정재파비 그래프.

도 11은 본 발명에 따른 공기가 삽입된 타입의 SMA 커넥터의 바람직한 일 실시예의 단면도이다.

도 12는 도 11의 커넥터의 삽입 손실 및 반사 손실의 그래프.

도 13은 도 8의 커넥터의 정재파비 그래프.

### 【발명의 상세한 설명】

#### 【발명의 목적】

#### 【발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술】

- <14> 본 발명은 초고주파용 초가소성 금속 합금(SMA: superplastic metal alloy) 커넥터에 관한 것이다.
- <15> 최근 통신 기술의 발전과 통신 시장의 확대에 따라 정보통신의 고속화 및 사용 주파수의 상향 조정 등으로 상용 대역이 점차 고주파화 되어가고 있다. 일례로 무선 LAN은 5.8 GHz를 사용하고 있으며, 기존의 유선 방송인 CATV를 무선 CATV로 대치하는 기술인 LMDS(Local Multipoint Distribution Service) 같은 경우는 K-band인 24 ~ 25 GHz를 사용하고 있다. 또한 위성 통신으로 사용되는 대역인 X-band(8 GHz ~ 12.5 GHz)와 Ku-band(12.5 GHz ~ 18 GHz)가 대두되고 있는 현실이다. 이에 따라 미국, 일본 및 유럽 등의 국가들을 중심으로 초고주파 대역의 제품 개발에 박차를 가하고 있다. 이렇듯 점차 상용 대역이 높아짐에 따라 그에 맞는 RF 커넥터의 개발이 중요시 되고 있지만 기존의 RF 커넥터는 일자형 외곽 도체, 일자형 유전체를 사용함으로써 생산이 간편하고, 생산 단가가 낮은 반면, 외곽 압력 고

정방식(barb captured contact)을 사용함으로써 외곽 도체에 구멍을 형성하고, 그로 인해 외곽 도체의 연속성을 방해하게 되어 RF 손실을 발생하는 원인을 제공하게 된다. 또한 초고주파 영역의 커넥터에서 사용되는 방법 중 에폭시 삽입에 의한 고정 방법을 사용하는데 이 방법은 커넥터의 측면에 구멍을 만들어 에폭시를 주입하는 방법으로서 에폭시가 주입되는 부분 또한 임피던스 정합을 위해 도체의 두께를 달리하는 등 제작 공정에 따른 복잡성을 가중, 생산 단가의 상승을 가져왔을 뿐만 아니라 초고주파용 SMA 커넥터를 설계하는데 많은 애로점을 야기시켰다. 따라서 이러한 문제점을 개선함과 동시에 보다 높은 대역에서 사용가능한 SMA 커넥터가 개발필요성이 점증하고 있다.

<16> 도 1은 종래의 저주파용 JACK 타입 RF 커넥터의 male과 female부를 나타낸다. 도면에서 (a)는 male부를 (b)는 female부를 나타내고 있으며 고주파용 커넥터와는 구조적으로 많은 차이를 나타낸다. 도 2는 종래의 고주파용 커넥터의 단면도를 나타낸다.

### 【발명이 이루고자 하는 기술적 과제】

<17> 본 발명은 상기와 같은 종래 기술의 문제점을 해결하기 위해 창안된 것으로서, 낮은 주파수에서 처럼 높은 주파수에서 동일한 특성을 얻기 위해 계단형 구조의 커넥터 외곽 도체를 제공하고, 그에 따라 임피던스 정합을 하기 위해 PTFE 유전체 또한 외곽 커넥터와 일치하도록 계단형 구조의 초고주파용 SMA 커넥터를 제공하는 것을 제 1 목적으로 한다.

<18> 본 발명은, 주파수가 높아질수록 불연속 부분에 대해 더욱 민감하기 때문에 외곽 도체의 불연속에 의한 RF 손실을 감소시키기 위하여 taper를 이용한 고정방법을 이용하여 제조 공정의 단순화 및 RF 성능을 개선시키는 기술을 제공하는 것을 제 2 목적으로 한다.

- <19> 본 발명은, 높은 주파수에서 양호한 응답 특성을 얻기 위해 step 구조의 커넥터 외곽 도체를 제공하고, 그에 따라 임피던스 정합을 하기 위해 유전체 또한 외곽 커넥터와 일치하도록 다단의 스텝 구조를 이용한 광대역 특성의 초고주파용 SMA 커넥터를 제공하는 것을 제 3 목적으로 한다.
- <20> 본 발명은, 높은 주파수에서의 양호한 응답 특성을 얻기 위해 step 과 slot 구조의 커넥터 외곽 도체를 사용하는 기술과, 그에 따라 임피던스 정합을 하기 위해 유전체 또한 외곽 커넥터와 일치하도록 슬롯과 스텝구조를 이용한 광대역 특성의 초고주파용 SMA 커넥터를 제공하는 것을 제 4 목적으로 한다.
- <21> 본 발명은, 낮은 주파수에서와 같은 동일한 특성을 얻기 위해 계단형 구조의 커넥터 외곽 도체를 사용하는 기술과, 그에 따라 임피던스 매칭을 하기 위해 PTFE 유전체 또한 외곽 커넥터와 일치하도록 도체에 슬릿을 삽입한 SMA 커넥터를 제공하는 것을 제 5 목적으로 한다.
- <22> 본 발명은, 외곽 도체의 불연속에 의한 RF 손실을 감소시키기 위하여 삽입 슬릿(inserted slit)을 이용한 고정방법을 이용하여 제조 공정의 단순화 및 RF 성능 개선시키는 기술을 제공하는 것을 제 6 목적으로 한다.
- <23> 본 발명은, 낮은 주파수에서와 같은 동일한 특성을 얻기 위해 유전체 분리에 의한 공기층 삽입으로 유전체 손실을 개선하고, 계단형 구조의 커넥터 외곽 도체를 사용함으로써 보다 높은 주파수에서 동작하는 기술을 제공하고, 그에 따라 임피던스 정합을 하기 위해 PTFE 유전체 또한 외곽 커넥터와 일치하도록 중심도체와 외곡도체 사이에 공기층을 삽입한 초고주파용 SMA 커넥터를 제공하는 것을 제 7 목적으로 한다.

- <24> 외곽 도체의 불연속에 의한 RF 손실을 감소시키기 위하여 유전체와 공기층에서의 임피던스 정합에 따른 중심 도체의 직경 변화를 이용한 고정방법을 이용하여 제조 공정의 단순화 및 보다 높은 RF 동작 특성을 개선시키는 기술을 제공하는 것을 제 8 목적으로 한다.
- <25> 본 발명의 다른 목적과 장점은 하기된 발명의 상세한 설명을 읽고 첨부된 도면을 참조하면 보다 명백해질 것이다.

### 【발명의 구성 및 작용】

- <26> < 실시예 1: 초고주파용 에스엠에이 커넥터 {A microwave SMA connector} >
- <27> 이하 본 발명의 바람직한 일 실시예를 나타내는 도 3을 참조하여 본 발명에 의한 RF 특성을 개선한 마이크로파용 SMA 커넥터에 대해 설명한다.
- <28> 본 발명에 의한 RF 특성을 개선한 마이크로파용 SMA 커넥터의 특성 임피던스는 중심 도체 즉 중심 신호선의 두께와 절연체의 두께의 비로 구해진다. 따라서 본 발명에 따라 제작된 초고주파용 SMA 커넥터의 특성임피던스는 50 Ω으로 설계되는 것이 바람직하다. 절연체는 테프론(teflon)이 바람직하고, 몸체와 중심 도체는 각각 금으로 도금 처리하여 도체에 따른 RF 특성을 최대화하는 것이 바람직하다.
- <29> 본 발명에 의해 제작된 커넥터의 몸체는 RF 특성상 접지(ground)의 역할을 하게 된다. 또한 테이퍼(taper)는 절연체인 유전체와 중심 도체를 고정하는 역할을 하며 그 길이는 수학식 1과 같은 관계를 유지해야 한다.
- <30> 【수학식 1】  $l < \frac{\lambda_s}{4}$

<31> 여기서 1: 테이퍼 길이

<32>  $\lambda_g$ : 커넥터를 통과할 수 있는 주파수 가운데 가장 큰 주파수의 파장이다.

<33> 도 3에서 계단모양의 스텝 천이(step transition)부분은 RF 특성을 개선하기 위하여 사용된 것으로서 본 실시예에서는 특성임피던스가 50 오이 되게 설계되었으며 몸체의 스텝 천이 부와 중심 도체의 스텝 천이부 사이의 거리는 수학식 2의 관계를 만족시켜야 한다. 도 3에서 중심 도체의 스텝 천이부는 테이퍼의 오른쪽 끝부분에서 시작하여 중심 도체가 이루는 단면에 의하여 형성되는 계단 모양의 부분이다. 본 실시예에서 테이퍼의 단면이 사다리꼴 모양을 이루는 것이 특징이다. 그리고 스텝 천이부가 1단으로 이루어진 것도 특징이다. 본 발명에 따른 커넥터의 중심에는 도체가 있고 그 외주면에는 절연체가 감싸고 있고 최외각에는 커넥터 몸체부(body)가 있다. 스텝 천이부는 상기 몸체부의 안쪽과 중심 도체가 테이퍼와 연결되는 부분에 형성된다. 테이퍼의 왼쪽에는 센터 시그널(center signal)부가 연결된다.

$$\text{【수학식 2】 } h \leq \frac{\lambda_g}{10}$$

<35> 여기서  $h$ : 몸체의 스텝 천이와 중심 도체의 스텝천이 사이의 거리이다.

<36> 본 실시예에서 SMA 커넥터는 cutoff주파수가 12 GHz 일 때 특성임피던스 및 삽입손실, 그리고 전압정재파비(VSWR: Voltage Standing Wave Ratio)는 상기 cutoff 주파수에서 최적화 되도록 하는 것이 바람직하다.

- <37> < 실시예 2: 다단 스텝 구조를 이용한 광대역 응답 특성을 갖는 초고주파용 에스엠에이 커넥터(A microwave SMA connector using multistep structure with broad bandwidth response characteristics) >
- <38> 본 발명의 다른 실시예인 다단 스텝 구조를 이용한 RF 특성이 개선된 광대역 응답 특성을 갖는 초고주파용 에스엠에이 커넥터를 도 4를 참조하여 설명한다. 이 실시예는 실시예 1과는 달리 스텝 천이부가 다단으로 형성된다. 도 4의 실시예에서는 몸체부쪽에 3단 스텝의 천이부가 형성되어 있고, 이와 대응하여 중심 도체부쪽에도 3단 스텝의 천이부가 형성되어 있다. 이 실시예에서는 테이퍼가 실시예 1에 비해 상대적으로 크기가 작은 것이 특징이다. 본 실시예에서는 실시예 1과 같은 부분에 대해서는 별도로 반복하여 설명하지 않는다.
- <39> 본 발명에 의한 RF 특성을 개선한 마이크로파용 SMA 커넥터의 특성 임피던스도 중심 도체 즉 중심 신호선의 두께와 절연체의 두께의 비로 구해진다. 따라서 본 발명으로 제작된 커넥터의 특성임피던스는 50 Ω으로 설계되는 것이 바람직하다. 그리고 절연체로는 테프론이 바람직하며, 몸체와 중심 도체는 각각 금으로 도금 처리하여 도체에 따른 RF 특성을 최대화하는 것이 바람직하다.
- <40> 본 발명에 의해 제작된 두 개의 커넥터의 몸체는 RF 특성상 접지의 역할을 한다. 또한 테이퍼는 절연체인 유전체와 중심 도체를 고정시키는 역할을 하며 그 길이는 역시 상기 수학식 1에 의해 구해지는 것이 바람직하다.
- <41> 스텝 천이 부분은 RF 특성을 개선하기 위하여 사용된 것으로 특성 임피던스가 50 Ω이 되도록 하는 것이 바람직하고, 몸체의 스텝 천이부와 중심 도체의 스텝천이부 사이의 거리 범위는 상기 수학식 2를 만족하는 것이 바람직하다.

- <42> 본 발명에 의한 도 4의 실시예는 중심 도체를 다단의 스텝(step)을 이용하여, 특성 임피던스 정합과 우수한 고주파 응답 특성을 얻기 위해 각 스텝의 길이를 조절하여 고주파 특성에 맞게 최적화 시켜 기준의 구조에 비해 월등하게 향상된 RF 특성을 얻을 수 있다. 이 커넥터를 디자인하는 데는 여러가지 도구를 사용할 수 있으나 본 실시예에서는 Agilent사의 3D Simulator인 HFSS 5.6을 사용하였으며, 그 이유는 이 시뮬레이터는 유한요소법(FEM: Finite Element Method)방식을 사용한 시뮬레이션 도구로서 다른 소프트웨어 보다 시간은 오래 걸리나 수동소자인 경우 매우 정확하다는 장점이 있기 때문이다. 도 5에는 상기 소프트웨어를 사용하여 도 4의 커넥터에 대해 수행된 시뮬레이션 결과를 나타낸다. 도 5로부터 커넥터의 삽입손실은 18 GHz 까지 약 -0.24 dB 이상의 특성을 나타내고 있으며, VSWR은 18 GHz 까지 약 1.03 : 1의 비율을 유지함을 보여준다.
- <43> 초고주파 대역에서는 미세한 길이의 변화에도 그 응답 특성이 변하기 때문에, 광대역 응답을 갖는 초고주파 커넥터의 개발은, 단순히 스텝을 삽입함으로써 RF 특성이 향상되는 것이 아니라, 각 스텝을 최적화 할 수 있는 설계기술이 요구된다.
- <44> 따라서 본 발명에 따른 SMA 커넥터는 cutoff 주파수가 18 GHz이며 특성임피던스, 삽입손실, 그리고 VSWR이 상기 cutoff 주파수에서 최적화 되도록 하는 것이 바람직하다.
- <45> < 실시예 3: 슬롯과 스텝구조를 이용한 광대역 특성의 초고주파용 에스엠에이 커넥터(A microwave SMA connector using slot and step structure with broad bandwidth) >
- <46> 이하 도 6을 참조하여 본 발명에 의한 RF 특성을 개선한 광대역 응답특성을 갖는 마이크로파용 SMA 커넥터에 대해 설명한다.

- <47> 본 발명에 의한 RF 특성을 개선한 마이크로파용 SMA 커넥터의 특성 임피던스는 중심 도체 즉 중심 신호선의 두께와 절연체의 두께의 비로 구해진다. 따라서 본 실시예에 따른 커넥터의 특성임피던스는 50 Ω가 되도록 하고, 절연체로는 테프론(teflon)을 사용하며, 몸체와 중심 도체는 각각 금으로 도금 처리하여 도체에 따른 RF 특성을 최대화하는 것이 바람직하다.
- <48> 본 발명에 의해 제작된 두 개의 커넥터의 몸체는 RF 특성상 접지의 역할을 한다. 또한 테이퍼는 절연체인 유전체와 중심 도체를 고정시키는 역할을 하며 그 길이는 상기 수학식 1의 조건을 만족시키는 것이 바람직하다.
- <49> 그리고 스텝 천이 부분은 RF 특성을 개선하기 위하여 사용된 것으로서 특성 임피던스가 50 Ω이 되도록 하는 것이 바람직하고, 몸체의 스텝 천이부와 중심 도체의 스텝천이부 사이의 거리는 수학식 2를 만족시키도록 하는 것이 바람직하다.
- <50> 도 6에서 보듯이 본 실시예의 커넥터는 중심도체가 둘 이상의 다단계 스텝과 임피던스 차등 변화를 이용하기 위한 슬롯(slot)으로 구성되어 있으며, 스텝과 슬롯을 고주파 특성에 맞게 최적화 시켜 주므로 기존의 커넥터 구조에 비해 월등하게 향상된 RF 특성이 나타난다.
- <51> 본 실시예의 특징은 도 6에서 보면 몸체부와 중심 도체부의 스텝 천이부가 다단으로 되어 있고 테이퍼의 왼쪽에 슬롯이 형성된 것이다. 그리고 중심 도체부에서 테이퍼와 스텝 천이부 사이가 다른 실시예의 경우보다 거리가 다소 멀다는 것이 특징이다.
- <52> 도 7로부터 커넥터의 삽입손실은 18 GHz 까지 약 -0.25 dB 이상의 특성을 나타내고 있고, VSWR은 18 GHz 까지 약 1.03 : 1 의 비율을 유지하고 있음을 보여준다. 이는 이 분야에서 세계 최정상급 성능을 나타낸다.

<53> 초고주파 대역에서는 미세한 길이의 변화에도 그 응답 특성이 변하기 때문에, 광대역 응답을 갖는 초고주파 커넥터의 개발은, 단순히 스텝과 슬롯을 삽입함으로써 RF 특성이 향상되는 것이 아니라, 각 스텝과 슬롯을 최적화 할 수 있어야 한다. 본 실시예는 이러한 조건을 모두 만족시킨다.

<54> 본 발명의 SMA 커넥터는 cutoff 주파수가 18 GHz가 되도록 하고, 특성임피던스, 삽입손실 그리고 VSWR이 상기 cutoff 주파수에서 최적화되도록 하는 것이 바람직하다.

<55> < 실시예 4: 도체에 슬릿을 삽입한 에스엠에이 커넥터(A microwave SMA connector with inserted slit in conductor >

<56> 이하 도 8을 참조하여 본 발명에 의한 Ku-Band용 마이크로파 SMA 커넥터에 대해 설명한다.

<57> 본 발명에 의한 Ku-Band용 마이크로파 SMA 커넥터의 특성 임피던스는 중심 도체 즉 중심 신호선의 두께와 절연체의 두께의 비로 구해진다. 또한 RF 분야에서의 부품 기기들은 전력 전송과 손실이 가장 적은 임피던스인 50 $\Omega$  으로 하는 것이 바람직하다. 그리고 모든 RF 부품에 사용되는 SMA 타입의 커넥터 또한 임피던스 정합을 위해 50 $\Omega$ 으로 고정시키는 것이 바람직하다. 따라서 본 발명에 따른 커넥터의 특성임피던스는 50 $\Omega$ 으로 설계된. 절연체로는 테프론(teflon, 유전율 2.08)을 사용하고 몸체와 중심 도체는 각각 금으로 도금 처리하여 도체에 따른 RF 특성을 최대화하는 것이 바람직하다.

- <58> 도 8을 보면 본 실시예에서는 상기 스텝 천이부가 일단으로 되어 있고(다단으로 하는 것도 가능함) 슬롯이 형성되어 있으나 다른 실시예들과는 달리 테이퍼가 형성되어 있지 않은 것이 특징이다.
- <59> 본 발명에 따른 커넥터의 몸체는 RF 특성상 그라운드의 역할을 한다. 그리고 도체에 삽입된 슬릿은 유전체와 중심 도체의 고정을 하는 역할과 삽입 손실 및 정재파비의 특성을 개선하는 역할을 하며, 슬릿(slit)의 두께, 깊이 및 길이는 일정한 값을 유지해야 한다. 스텝 천이 부분은 RF 특성을 개선하기 위하여 사용된 것으로서 특성임피던스가 50요이 되도록 하고 몸체의 스텝 천이부와 중심 도체의 스텝천이부 사이는 일정한 길이를 유지하는 것이 바람직하다.
- <60> 본 발명에 따른 SMA 커넥터의 차단 주파수를 18 GHz로 하고 특성임피던스, 삽입손실 그리고 전압정재파비는 차단 주파수에서 최적화 되도록 하는 것이 바람직하다. 본 실시예의 커넥터의 삽입 손실 및 반사 손실을 나타낸 그래프가 도 9에 도시되어 있고, 본 실시예에 따른 커넥터의 정재파비를 나타낸 그래프가 도 10에 도시되어 있다.
- <61> < 실시예 5: 중심도체와 외곽 도체 사이에 공기층을 삽입한 초고주파용 에스엠에이 커넥터(A microwave SMA connector with inserted air between center and outside conductors) >
- <62> 이하 도 11을 참조하여 본 발명에 의한 공기층을 삽입한 K-Band용 마이크로파 SMA 커넥터에 대해 설명한다.
- <63> 본 발명에 의한 공기층을 삽입한 K-Band용 마이크로파 SMA 커넥터의 특성 임피던스는 중심 도체 즉 중심 신호선의 두께와 절연체의 두께의 비로 구해진다. 또한 RF 분야에서의 부품

기기들을 전력 전송과 손실이 가장 적은 임피던스인 50 $\Omega$  으로 설계하는 것이 바람직하다. 그리고 모든 RF 부품에 사용되는 SMA 타입의 커넥터 또한 임피던스 매칭을 위해 50 $\Omega$  으로 고정시키는 것이 바람직하다. 따라서 본 발명에 따라 제작된 커넥터의 특성임피던스는 50 $\Omega$ 으로 설계된다. 그리고 절연체로는 테프론(teflon, 유전율 2.08)을 사용하고, 몸체와 중심 도체는 각각 금으로 도금 처리하여 도체에 따른 RF 특성을 최대화하는 것이 바람직하다. 또한 두 유전체, 테프론 사이에 공기층(Air, 유전율 1)이 삽입된 곳에서는 임피던스 매칭에 따른 중심 도체의 직경이 변화하게 되고 이의 특성임피던스도 50 $\Omega$ 으로 설정하는 것이 바람직하다.

<64>      도 11에서 보면 본 실시예에서는 스텝 천이부에 하나의 천이부만 형성되어 있고(다단으로 형성하는 것도 가능함), 테이퍼가 없으며, 유전체 사이에 공기층을 삽입한 것이 특징이다. 그리고 특히 스텝 천이부는 공기층과 접하고 있는 것이 특징이다.

<65>      본 발명에 의해 제작된 커넥터의 몸체는 RF 특성상 접지의 역할을 한다. 그리고 두 유전체 사이에 삽입된 공기층은 유전체와 중심 도체, 외곽 도체의 고정을 하는 역할과 삽입 손실 및 정재파비의 특성을 개선하는 역할을 하며 그 고정의 역할은 중심 도체의 공기층 부분에 따른 직경에 의해 고정된다. 또한 스텝 천이 부분은 RF 특성을 개선하기 위하여 사용된 것으로 특성임피던스가 50 $\Omega$  되도록 하는 것이 바람직하고, 몸체의 스텝 천이부와 중심 도체의 스텝 천이부 사이의 거리를 일정하게 유지하는 것이 바람직하다.

<66>      본 발명에 따른 SMA 커넥터의 차단 주파수를 26.5 GHz 로 하고, 특성임피던스, 삽입손실 그리고 전압정재파비를 상기 차단 주파수에서 최적화 되도록 하는 것이 바람직하다.

<67>      도 12는 본 실시예 커넥터의 삽입 손실 및 반사 손실의 그래프를 나타내고, 도 13은 커넥터의 정재파비 그래프를 나타낸다.

<68> 이처럼 본 발명은 다양하게 변형될 수 있고 여러 가지 형태를 취할 수 있으며 상기 발명의 상세한 설명에서는 그에 따른 특별한 실시예에 대해서만 기술하였다. 하지만 본 발명은 상기 발명의 상세한 설명에서 언급된 특별한 형태로 한정되는 것이 아닌 것으로 이해되어야 하며, 오히려 첨부된 청구범위에 의해 정의되는 본 발명의 정신과 범위 내에 있는 모든 변형물과 균등물 및 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다.

#### 【발명의 효과】

<69> 본 발명으로부터 기대되는 효과는 다음과 같다.

<70> 첫째, 본 발명에서는 기존 커넥터의 일자형 외곽 도체, 일자형 유전체를 사용하므로 생산이 간편하고 생산 단가가 낮아지고, 외곽 도체 및 유전체의 계단형 구조 및 테이퍼를 이용한 유전체 고정 방법을 통해 외곽 압력 고정 방식을 사용함으로써 발생되는 RF 손실을 최소화 할 수 있다.

<71> 둘째, 본 발명에서는 외곽 도체 및 유전체의 계단형 구조 및 삽입 슬릿을 이용한 유전체 고정 방법을 통해 외곽 압력 고정 방식을 사용함으로써 발생되는 RF 손실을 최소화 할 수 있다

<72> 셋째, 본 발명에서는 두 유전체 사이에 공기층을 삽입함과 동시에 외곽 도체 및 유전체의 계단형 구조를 이용한 유전체 고정 방법을 통해 외곽 압력 고정 방식을 사용함으로써 발생되는 RF 손실을 최소화 할 수 있다.

**【특허청구범위】****【청구항 1】**

접지 역할을 하는 몸체부;

상기 몸체부 안쪽에 위치하는 중심 도체부;

상기 몸체부와 중심 도체부 사이에 위치하는 소정의 유전율을 갖는 절연체;

상기 몸체부에 형성되는 제 1 스텝 천이부;

상기 중심 도체부와 상기 절연체를 고정시키고 RF 특성을 개선하기 위해 상기 중심 도체부에 형성되는 테이퍼; 및

상기 제 1 스텝 천이부에 대응하여 중심 도체에 형성되어 RF 특성을 개선하는 제 2 스텝 천이부를 포함하여 이루어지는 것이 특징인, 마이크로파용 SMA 커넥터.

**【청구항 2】**

제 1 항에 있어서, 상기 테이퍼의 길이  $z$ 은  $\lambda_g$ 가 커넥터를 통과할 수 있는 주파수 가운데 가장 큰 주파수의 파장일 때

$$l \leq \frac{\lambda_g}{4}$$

의 관계식에 의해 정해지는 것이 특징인, 마이크로파용 SMA 커넥터.

**【청구항 3】**

제 1 항 또는 제 2 항에 있어서, 상기 스텝 천이부의 특성 임피던스는  $50\Omega$ 인 것이 특징인, 마이크로파용 SMA 커넥터.

**【청구항 4】**

제 3 항에 있어서, 상기 커넥터의 cutoff 주파수는 12 GHz 대역까지의 저손실을 갖도록 설정되는 것이 특징인, 마이크로파용 SMA 커넥터.

**【청구항 5】**

제 4 항에 있어서, 상기 커넥터의 특성 임피던스, 삽입손실 및 전압정재파비는 상기 cutoff 주파수에서 최적화되는 것이 특징인, 마이크로파용 SMA 커넥터.

**【청구항 6】**

제 2 항에 있어서, 상기 제 1 스텝 천이부와 제 2 스텝 천이부 사이의 거리  $h$ 는

$$h \leq \frac{\lambda_g}{10}$$

의 관계식에 의해 정해지는 것이 특징인, 마이크로파용 SMA 커넥터.

**【청구항 7】**

제 1 항에 있어서, 상기 절연체는 테프론인 것이 특징인, 마이크로파용 SMA 커넥터.

**【청구항 8】**

제 1 항에 있어서, 상기 몸체부와 중심 도체는 금으로 도금처리되는 것이 특징인, 마이크로파용 SMA 커넥터.

**【청구항 9】**

접지 역할을 하는 몸체부;

상기 몸체부 한쪽에 위치하는 중심 도체부;

상기 몸체부와 중심 도체부 사이에 위치하는 소정의 유전율을 갖는 절연체;

상기 몸체부에 다단으로 형성되는 제 1 스텝 천이부;

상기 중심 도체부와 상기 절연체를 고정시키고 RF 특성을 개선하기 위해 상기 중심 도체부에 형성되는 테이퍼; 및

상기 제 1 스텝 천이부에 대응하여 중심 도체에 다단으로 형성되어 RF 특성을 개선하는 제 2 스텝 천이부를 포함하여 이루어지는 것이 특징인, 광대역 특성의 마이크로파용 SMA 커넥터.

#### 【청구항 10】

제 9 항에 있어서, 상기 테이퍼의 길이  $l$ 은  $\lambda_g$ 가 커넥터를 통과할 수 있는 주파수 가운데 가장 큰 주파수의  $\frac{1}{4}$ 파장일 때

$$l \leq \frac{\lambda_g}{4}$$

의 관계식에 의해 정해지는 것이 특징인, 광대역 특성의 마이크로파용 SMA 커넥터.

#### 【청구항 11】

제 9 항 또는 제 10 항에 있어서, 상기 스텝 천이부의 특성 임피던스는  $50\Omega$ 인 것이 특징인, 광대역 특성의 마이크로파용 SMA 커넥터.

#### 【청구항 12】

제 11 항에 있어서, 상기 커넥터의 cutoff 주파수는 18 GHz 대역까지의 저손실을 갖도록 설정되는 것이 특징인, 광대역 특성의 마이크로파용 SMA 커넥터.

**【청구항 13】**

제 12 항에 있어서, 상기 커넥터의 특성 임피던스, 삽입손실 및 전압정재파비는 상기 cutoff 주파수에서 최적화되는 것이 특징인, 광대역 특성의 마이크로파용 SMA 커넥터.

**【청구항 14】**

제 10 항에 있어서, 상기 제 1 스텝 천이부와 제 2 스텝 천이부 사이의 거리  $h$ 는

$$h \leq \frac{\lambda_g}{10}$$

의 관계식에 의해 정해지는 것이 특징인, 광대역 특성의 마이크로파용 SMA 커넥터.

**【청구항 15】**

제 9 항에 있어서, 상기 절연체는 테프론인 것이 특징인, 광대역 특성의 마이크로파용 SMA 커넥터.

**【청구항 16】**

제 9 항에 있어서, 상기 몸체부와 중심 도체는 금으로 도금처리되는 것이 특징인, 광대역 특성의 마이크로파용 SMA 커넥터.

**【청구항 17】**

접지 역할을 하는 몸체부;

상기 몸체부 한쪽에 위치하는 중심 도체부;

상기 몸체부와 중심 도체부 사이에 위치하는 소정의 유전율을 갖는 절연체;

상기 몸체부에 다단으로 형성되는 제 1 스텝 천이부;

상기 중심 도체부와 상기 절연체를 고정시키고 RF 특성을 개선하기 위해 상기 중심 도체부에 형성되는 테이퍼;

상기 제 1 스텝 천이부에 대응하여 중심 도체에 다단으로 형성되어 RF 특성을 개선하는 제 2 스텝 천이부; 및

상기 중심 도체부에 형성되는 슬롯을 포함하여 이루어지는 것이 특징인, 광대역 특성의 마이크로파용 SMA 커넥터.

#### 【청구항 18】

제 17 항에 있어서, 상기 테이퍼의 길이  $z$ 은  $\lambda_g$ 가 커넥터를 통과할 수 있는 주파수 가운데 가장 큰 주파수의 파장일 때

$$l \leq \frac{\lambda_g}{4}$$

의 관계식에 의해 정해지는 것이 특징인, 광대역 특성의 마이크로파용 SMA 커넥터.

#### 【청구항 19】

제 17 항 또는 제 18 항에 있어서, 상기 스텝 천이부의 특성 임피던스는  $50\Omega$ 인 것이 특징인, 광대역 특성의 마이크로파용 SMA 커넥터.

#### 【청구항 20】

제 19 항에 있어서, 상기 커넥터의 cutoff 주파수는 18 GHz 대역까지의 저손실을 갖도록 설정되는 것이 특징인, 광대역 특성의 마이크로파용 SMA 커넥터.

**【청구항 21】**

제 20 항에 있어서, 상기 커넥터의 특성 임피던스, 삽입손실 및 전압정재파비는 상기 cutoff 주파수에서 최적화되는 것이 특징인, 광대역 특성의 마이크로파용 SMA 커넥터.

**【청구항 22】**

제 18 항에 있어서, 상기 제 1 스텝 천이부와 제 2 스텝 천이부 사이의 거리  $h$ 는

$$h \leq \frac{\lambda_g}{10}$$

의 관계식에 의해 정해지는 것이 특징인, 광대역 특성의 마이크로파용 SMA 커넥터.

**【청구항 23】**

제 17 항에 있어서, 상기 절연체는 테프론인 것이 특징인, 광대역 특성의 마이크로파용 SMA 커넥터.

**【청구항 24】**

제 17 항에 있어서, 상기 몸체부와 중심 도체는 금으로 도금처리되는 것이 특징인, 광대역 특성의 마이크로파용 SMA 커넥터.

**【청구항 25】**

접지 역할을 하는 몸체부;

상기 몸체부 한쪽에 위치하는 중심 도체부;

상기 몸체부와 중심 도체부 사이에 위치하는 소정의 유전율을 갖는 절연체;

상기 몸체부에 다단으로 형성되는 제 1 스텝 천이부;

상기 중심 도체부와 상기 절연체를 고정시키고 삽입 손실 및 정재파비의 특성을 개선하기 위해 상기 중심 도체부에 삽입되는 슬릿;

상기 제 1 스텝 천이부에 대응하여 중심 도체에 다단으로 형성되어 RF 특성을 개선하는 제 2 스텝 천이부; 및

상기 중심 도체부에 형성되는 슬롯을 포함하여 이루어지는 것이 특징인, Ku-Band용 마이크로파용 SMA 커넥터.

#### 【청구항 26】

제 25 항에 있어서, 상기 테이퍼의 길이  $l$ 은  $\lambda_g$ 가 커넥터를 통과할 수 있는 주파수 가운데 가장 큰 주파수의  $\frac{1}{4}$  파장일 때

$$l < \frac{\lambda_g}{4}$$

의 관계식에 의해 정해지는 것이 특징인, Ku-Band용 마이크로파용 SMA 커넥터.

#### 【청구항 27】

제 25 항 또는 제 26 항에 있어서, 상기 스텝 천이부의 특성 임피던스는  $50\Omega$ 인 것이 특징인, Ku-Band용 마이크로파용 SMA 커넥터.

#### 【청구항 28】

제 25 항에 있어서, 상기 커넥터의 cutoff 주파수는 18 GHz 대역까지의 저손실을 갖도록 설정되는 것이 특징인, Ku-Band용 마이크로파용 SMA 커넥터.

**【청구항 29】**

제 26 항에 있어서, 상기 커넥터의 특성 임피던스, 삽입손실 및 전압정재파비는 상기 cutoff 주파수에서 최적화되는 것이 특징인, Ku-Band용 마이크로파용 SMA 커넥터.

**【청구항 30】**

제 26 항에 있어서, 상기 제 1 스텝 천이부와 제 2 스텝 천이부 사이의 거리  $h$ 는

$$h \leq \frac{\lambda_g}{10}$$

의 관계식에 의해 정해지는 것이 특징인, Ku-Band용 마이크로파용 SMA 커넥터.

**【청구항 31】**

제 25 항에 있어서, 상기 절연체는 테프론인 것이 특징인, Ku-Band용 마이크로파용 SMA 커넥터.

**【청구항 32】**

제 25 항에 있어서, 상기 몸체부와 중심 도체는 금으로 도금처리되는 것이 특징인, Ku-Band용 마이크로파용 SMA 커넥터.

**【청구항 33】**

제 25 항에 있어서, 상기 슬릿의 두께, 깊이 및 길이는 일정한 값을 갖는 것이 특징인, Ku-Band용 마이크로파용 SMA 커넥터.

**【청구항 34】**

제 25 항에 있어서, 상기 제 1 스텝 천이부 및 제 2 스텝 천이부의 스텝 간격이 일정한 것이 특징인, Ku-Band용 마이크로파용 SMA 커넥터.

**【청구항 35】**

외곽 도체로서 접지 역할을 하는 몸체부;

상기 몸체부 안쪽에 위치하는 중심 도체부;

상기 몸체부에 다단으로 형성되는 제 1 스텝 천이부;

상기 제 1 스텝 천이부에 대응하여 중심 도체에 다단으로 형성되어 RF 특성을 개선하는

제 2 스텝 천이부;

상기 몸체부와 중심 도체부 사이에 위치하는 소정의 유전율을 갖는 제 1 절연체; 및

상기 몸체부와 중심 도체부 사이에서 상기 제 1 및 제 2 스텝 천이부에 대응하는 부분에 위치하여 상기 제 1 절연체를 커넥터의 좌우측으로 분리하고 상기 제 1 절연체, 중심 도체 및 몸체부를 고정하고 삽입 손실 및 정재파비의 특성을 개선하며 소정의 유전율을 갖는 제 2 절연체를 포함하며,

상기 중심 도체부와 상기 제 1 절연체 및 제 2 절연체를 임피던스 정합에 의해 고정시키는 것이 특징인, K-Band용 마이크로파용 SMA 커넥터.

**【청구항 36】**

제 35 항에 있어서, 상기 테이퍼의 길이  $z$ 은  $\lambda_g$ 가 커넥터를 통과할 수 있는 주파수 가운데 가장 큰 주파수의 파장일 때

$$l \leq \frac{\lambda_g}{4}$$

의 관계식에 의해 정해지는 것이 특징인, K-Band용 마이크로파용 SMA 커넥터.

**【청구항 37】**

제 35 항 또는 제 36 항에 있어서, 상기 스텝 천이부의 특성 임피던스는  $50\Omega$ 인 것이 특징인, K-Band용 마이크로파용 SMA 커넥터.

**【청구항 38】**

제 35 항에 있어서, 상기 커넥터의 cutoff 주파수는 18 GHz 대역까지의 저손실을 갖도록 설정되는 것이 특징인, K-Band용 마이크로파용 SMA 커넥터.

**【청구항 39】**

제 36 항에 있어서, 상기 커넥터의 특성 임피던스, 삽입손실 및 전압정재파비는 상기 cutoff 주파수에서 최적화되는 것이 특징인, K-Band용 마이크로파용 SMA 커넥터.

**【청구항 40】**

제 36 항에 있어서, 상기 제 1 스텝 천이부와 제 2 스텝 천이부 사이의 거리  $h$ 는

$$h < \frac{\lambda_0}{10}$$

의 관계식에 의해 정해지는 것이 특징인, K-Band용 마이크로파용 SMA 커넥터.

**【청구항 41】**

제 35 항에 있어서, 상기 절연체는 테프론인 것이 특징인, K-Band용 마이크로파용 SMA 커넥터.

**【청구항 42】**

제 35 항에 있어서, 상기 몸체부와 중심 도체는 금으로 도금처리되는 것이 특징인, K-Band용 마이크로파용 SMA 커넥터.

**【청구항 43】**

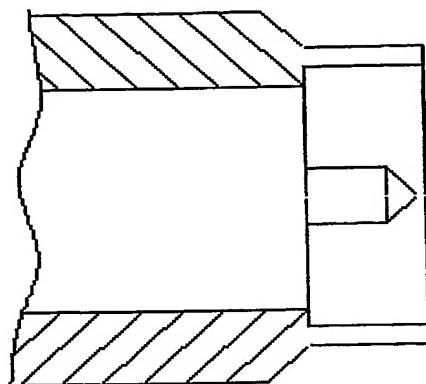
제 35 항에 있어서, 상기 제 2 절연체는 공기인 것이 특징인, K-Band용 마이크로파용 SMA 커넥터.

**【청구항 44】**

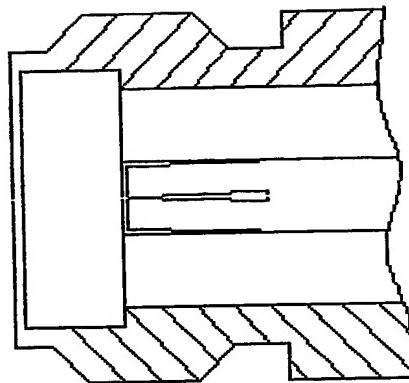
제 35 항에 있어서, 상기 제 1 절연체가 삽입된 부분의 중심 도체의 직경과 제 2 절연체가 삽입된 부분의 중심 도체의 직경은 임피던스 정합에 따라 서로 다르게 설정되는 것이 특징인, K-Band용 마이크로파용 SMA 커넥터.

## 【도면】

【도 1】

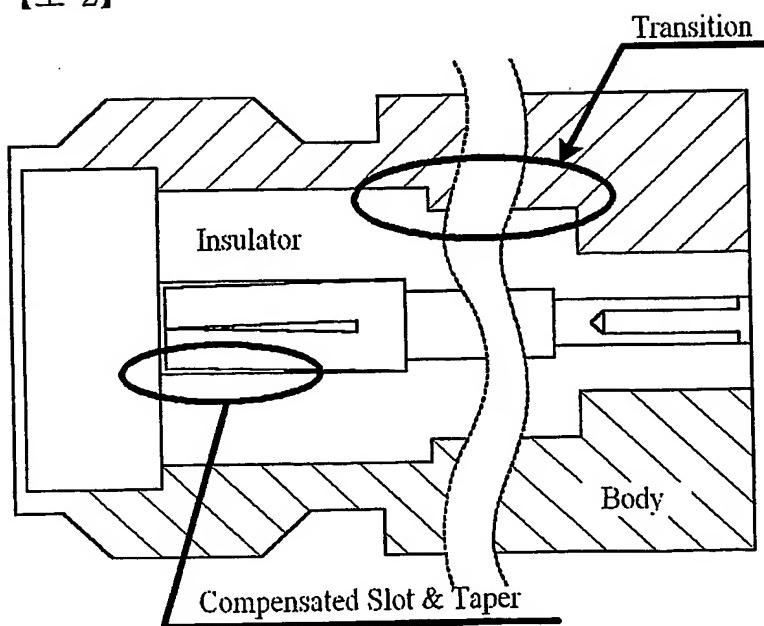


(a) male

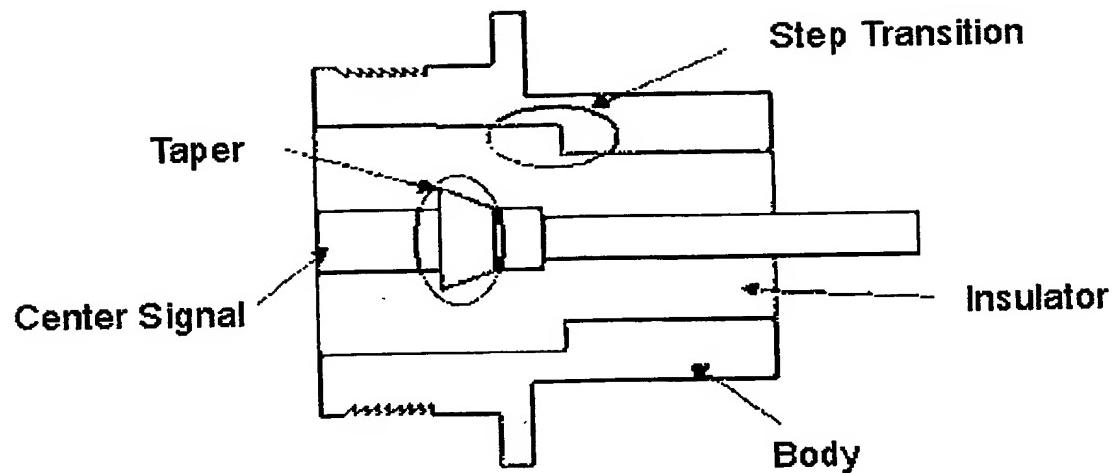


(b) female

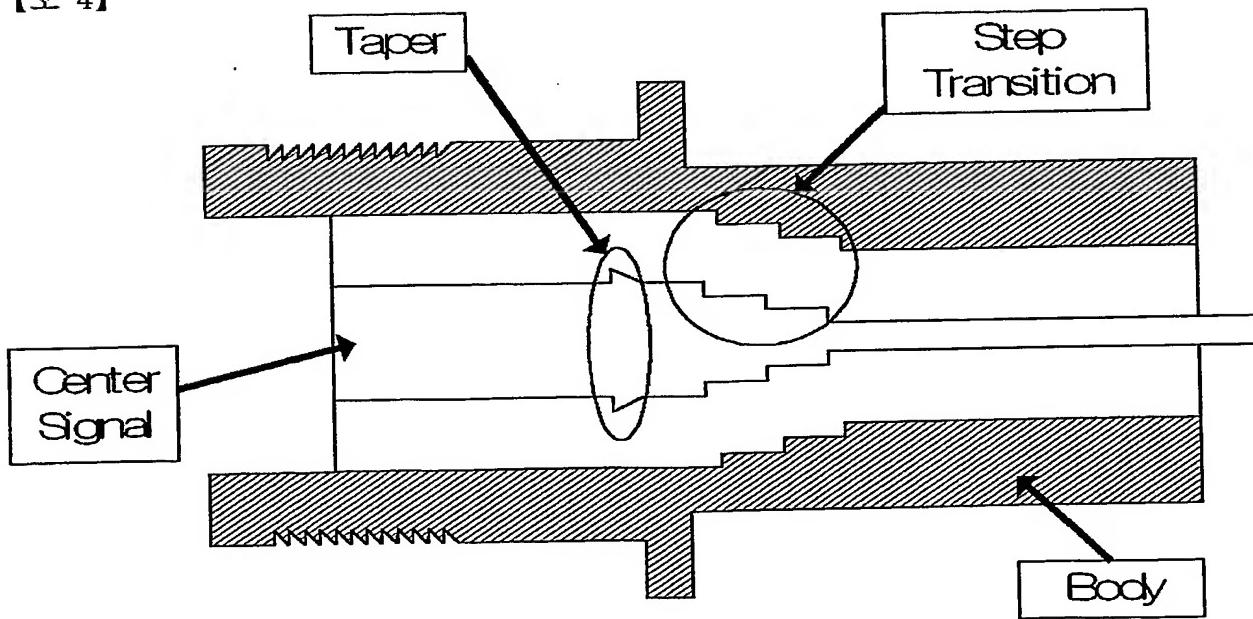
【도 2】



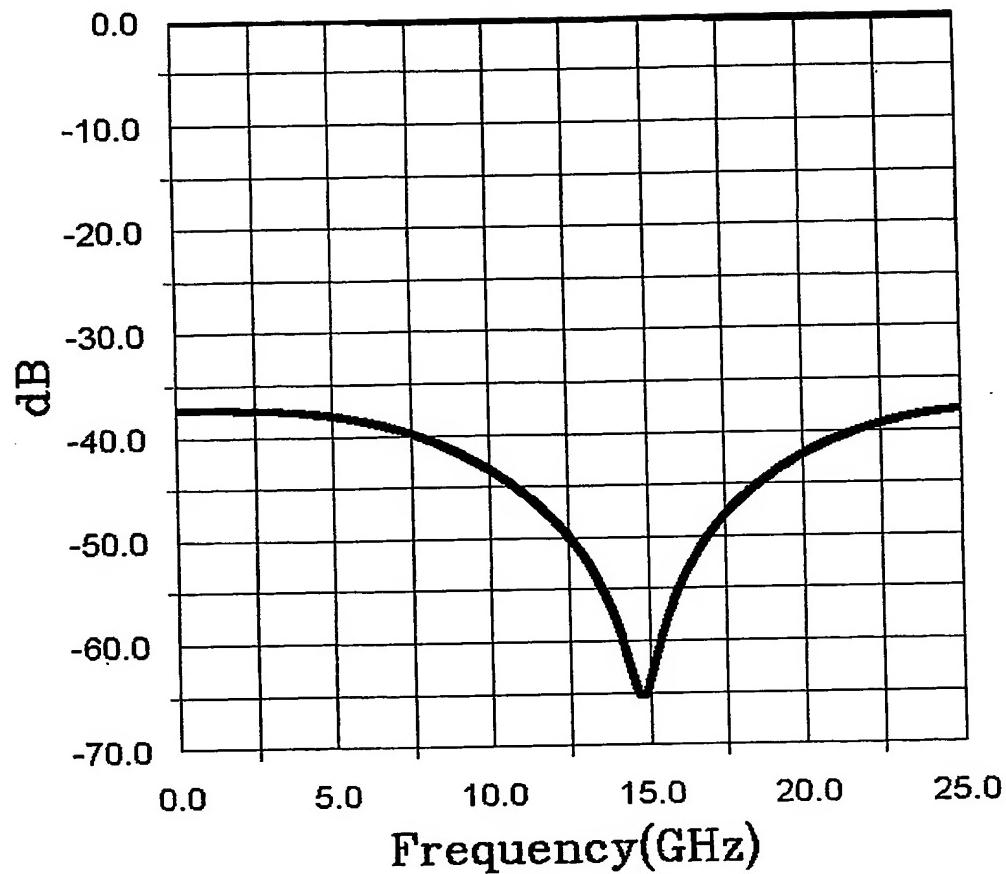
【도 3】



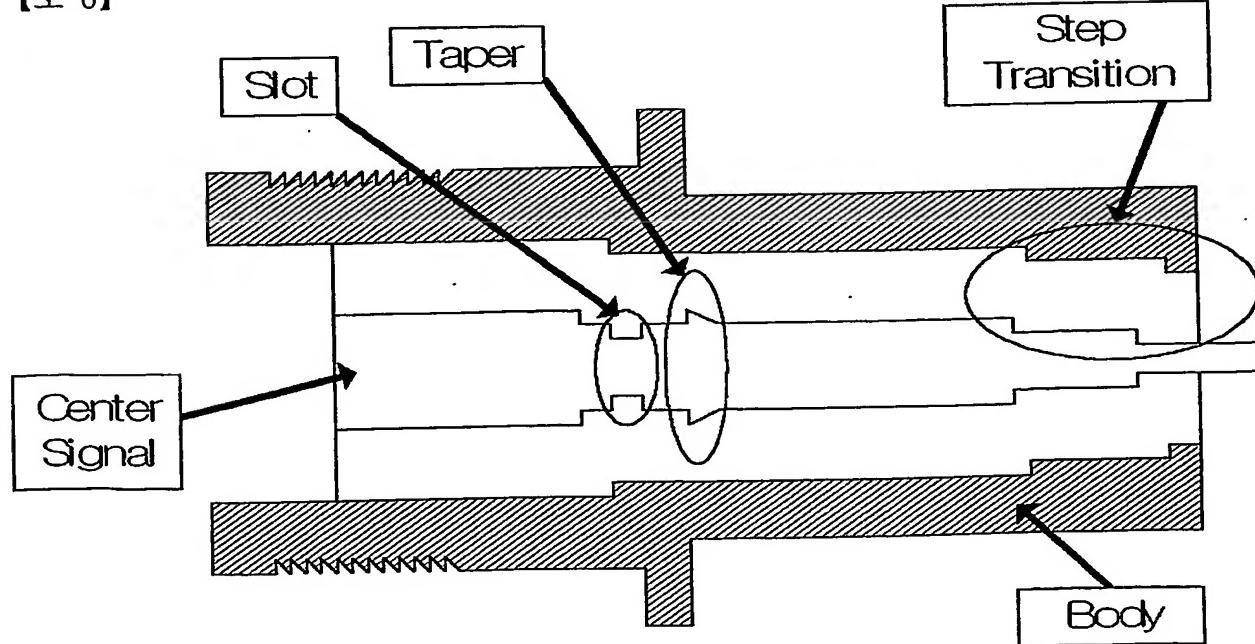
【도 4】



【도 5】



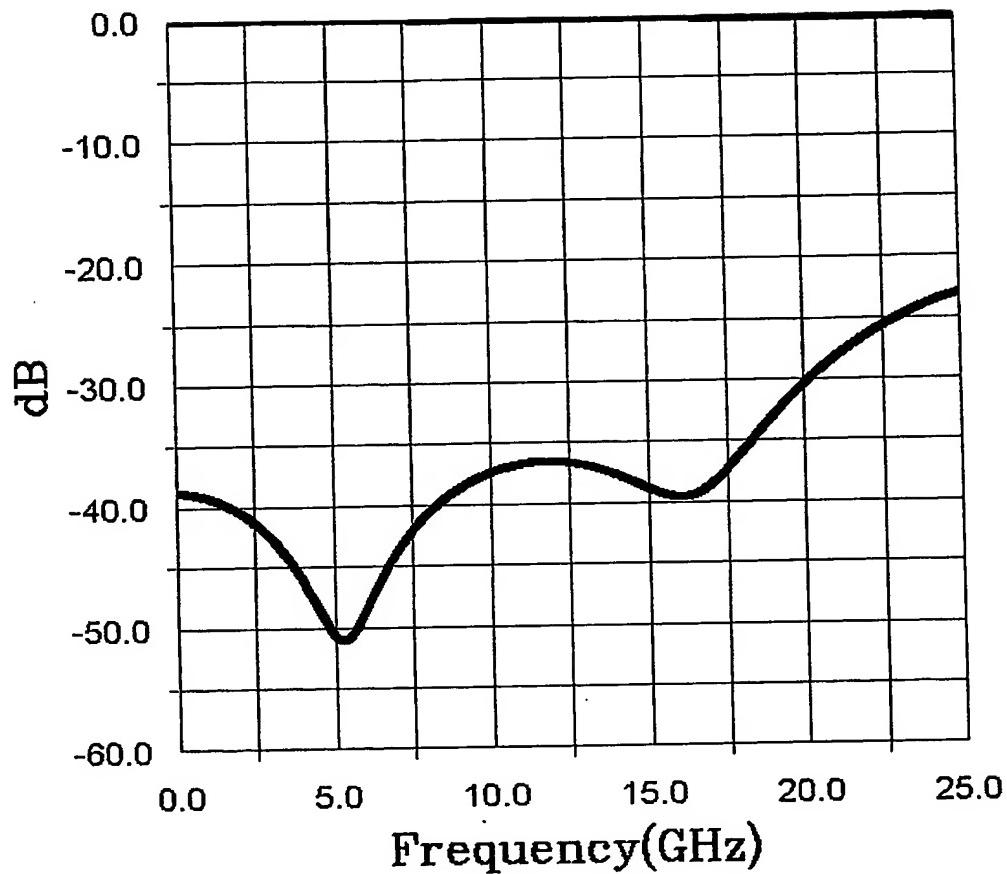
【도 6】



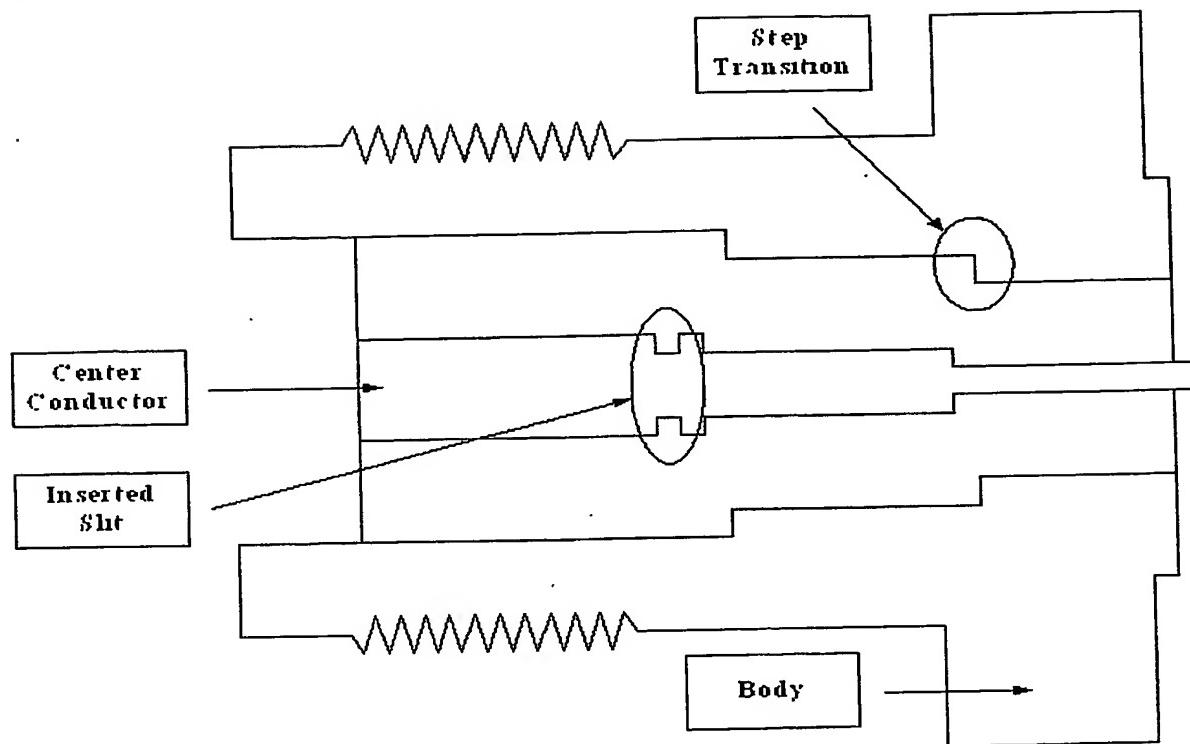
102-06579

출력 일자: 2003/8/5

【도 7】



【도 8】



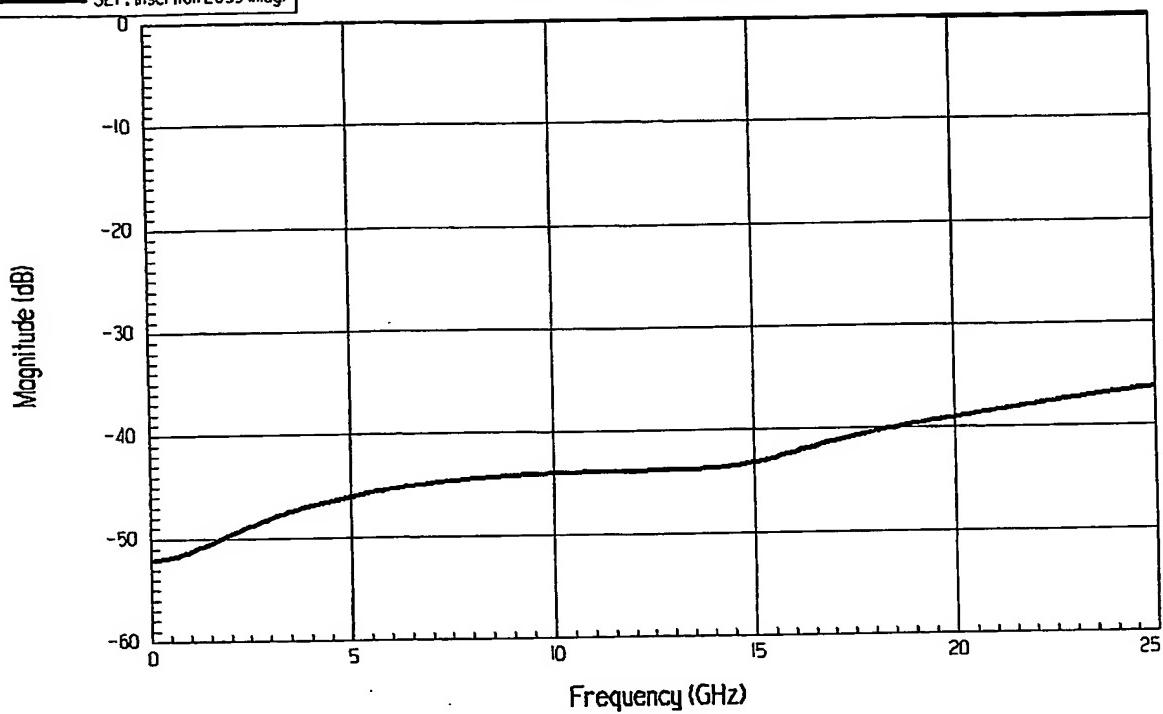
102-06579

출력 일자: 2003/8/5

【도 9】

SII : Return Loss (mag)  
S21 : Insertion Loss (mag)

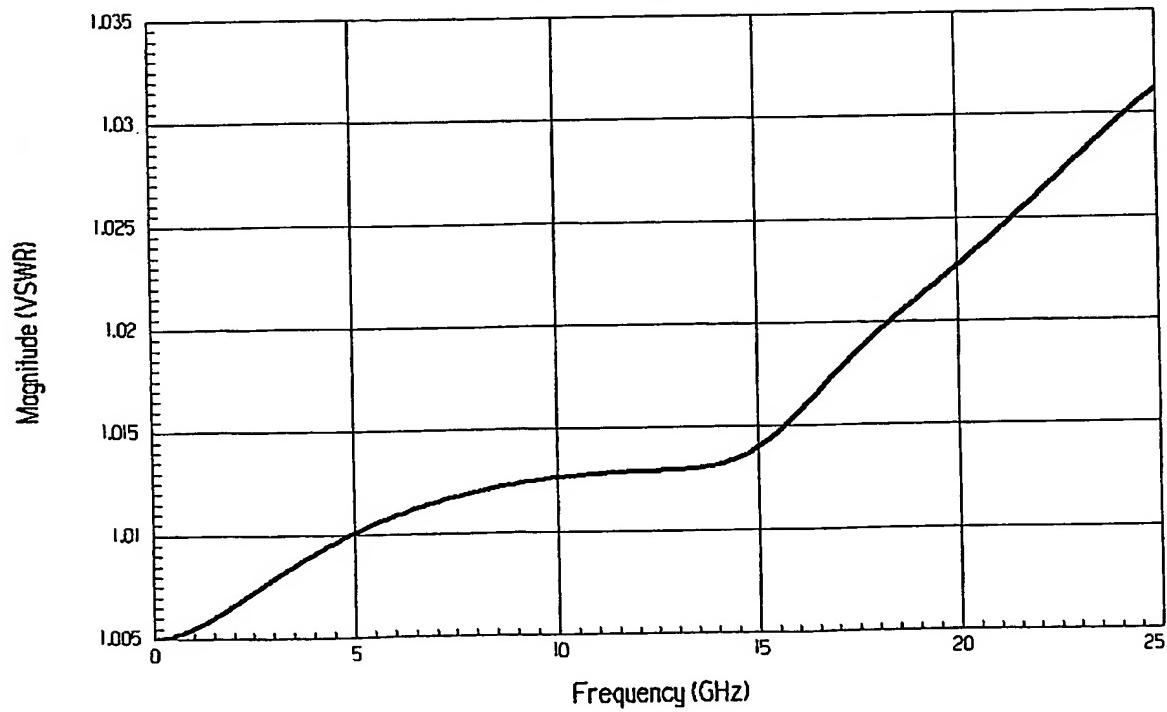
Plot I : S Matrix Data



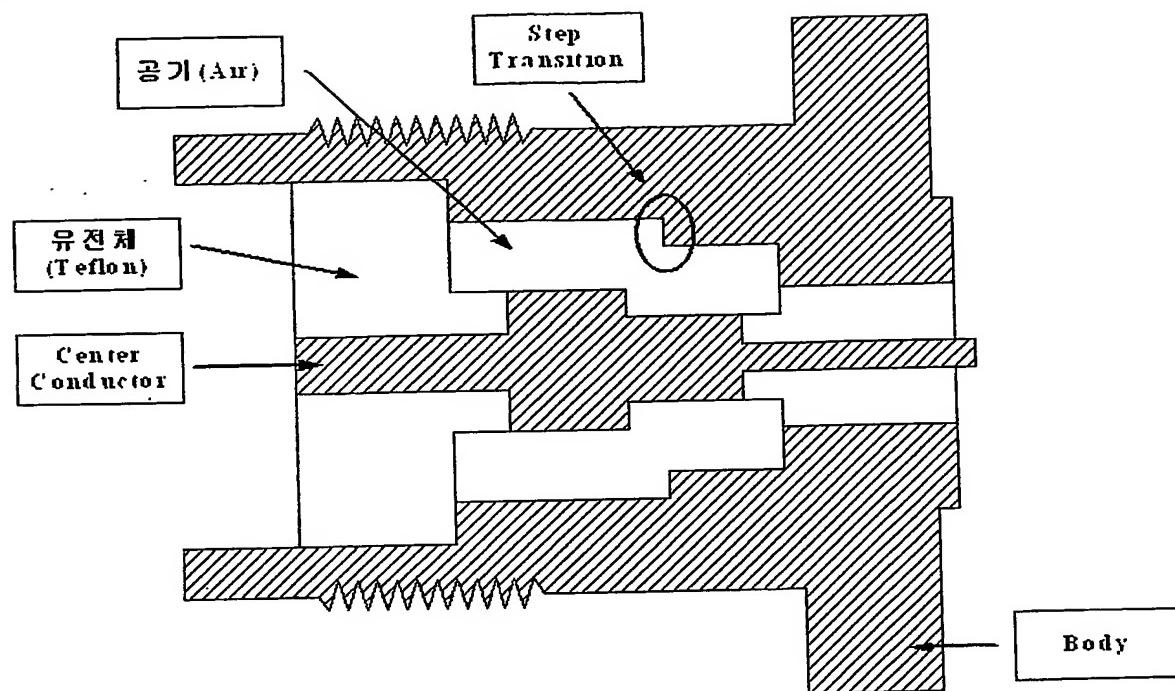
【도 10】

VSWR (mag)

Plot I : S Matrix Data



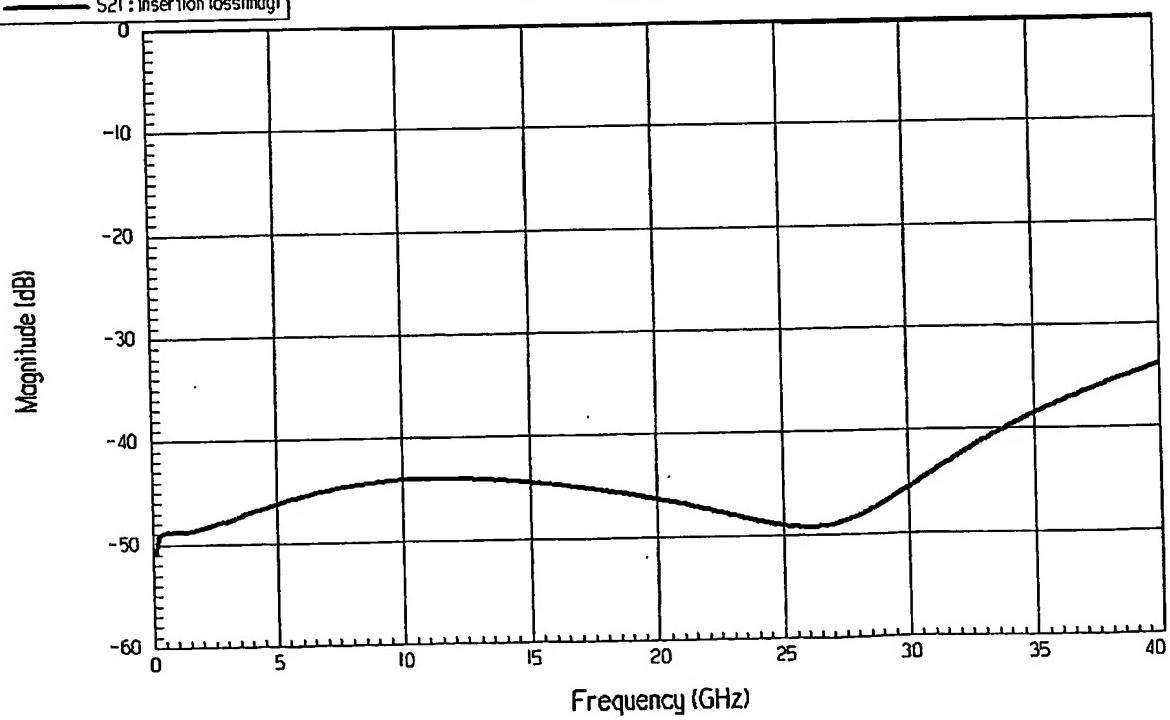
【도 11】



【도 12】

S11 : Return loss (mag)  
S21 : Insertion loss (mag)

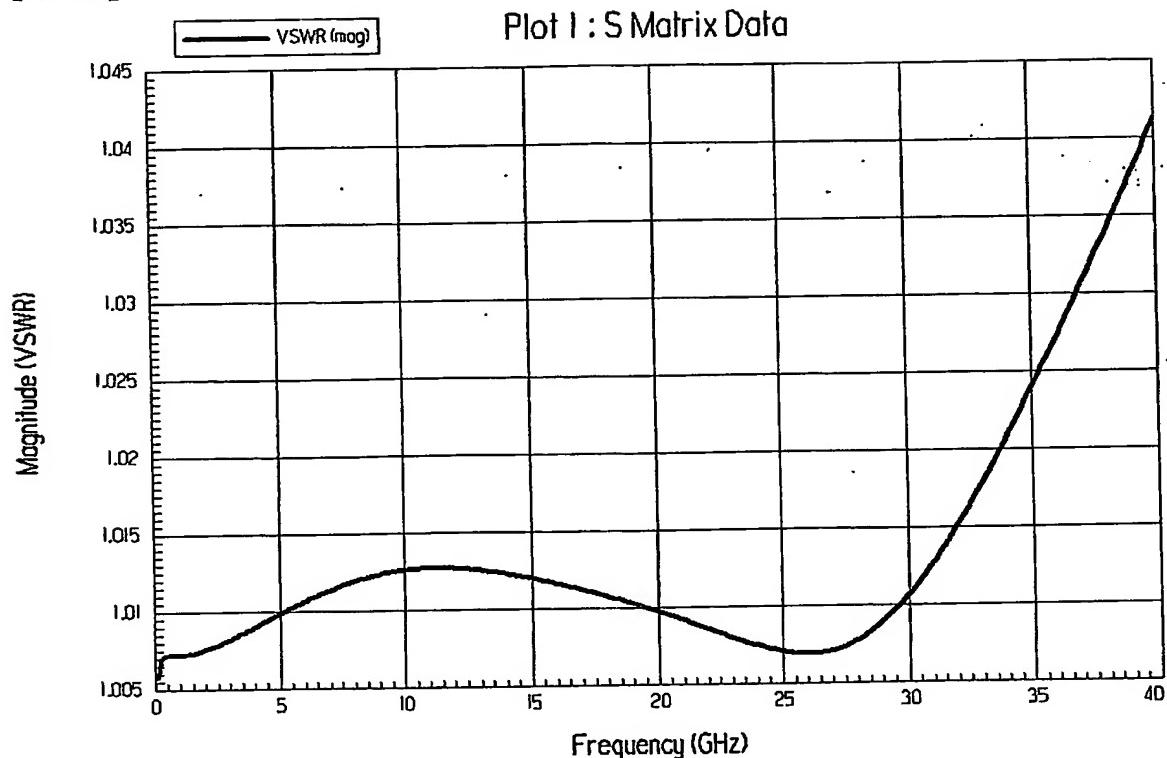
Plot 1 : S Matrix Data



102 06579

0 0  
출력 일자: 2003/8/5

【도 13】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- BLACK BORDERS**
- IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- FADED TEXT OR DRAWING**
- BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- SKEWED/SLANTED IMAGES**
- COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- GRAY SCALE DOCUMENTS**
- LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**